

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT



J1046 U.S. PTO
10/022893
12/20/01

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung

Q67427

1041

Aktenzeichen: 100 64 988.2
Anmeldetag: 23. Dezember 2000
Anmelder/Inhaber: ALCATEL, Paris/FR
Bezeichnung: Netzwerkeinrichtung und Verfahren zur
Laufzeitkompensation von Datenpaketen
IPC: H 04 L 12/50

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Februar 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Welle

Wohner

A 9161
06/00
EDV-L

Netzwerkeinrichtung und Verfahren zur Laufzeitkompensation von Datenpaketen

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Netzwerkeinrichtung (NWE) zur Laufzeitkompensation von Datenpaketen (DP1, DP2, DP3), insbesondere eine Netzwerkeinrichtung für ein Telekommunikationsnetz mit synchroner digitaler Hierarchie, sowie ein Verfahren zur Laufzeitkompensation von Datenpaketen.

Bei den Datenpaketen (DP1, DP2, DP3) tritt beim Durchlaufen zumindest einer Eingangstufe (INST) und einer mit dieser über einen ersten und einen zweiten Übertragungsweg (TRP1a, TRP1b) verbundenen Ausgangsstufe (OUTST) der Netzwerkeinrichtung (NWE) eine erste durch den ersten Übertragungsweg (TRP1a) bedingte Laufzeit und eine zweite durch den zweiten Übertragungsweg (TRP1b) bedingte Laufzeit auf. Die Datenpakete werden in Multiplex-Rahmen (FR1, FR2) übertragen, in denen jeweils ein zu übertragendes Datenpaket sowie eine Phasenbezugskennung zur Bestimmung der jeweiligen Position des Datenpakets innerhalb des jeweiligen Rahmens enthalten ist. Dafür wird vorgeschlagen, dass die Netzwerkeinrichtung die einem Datenpaket zugeordnete Phasenbezugskennung um einen vorbestimmten Phasenkorrekturwert in der Phase vorseilend anpasst, der einer bei einer Übertragung auf dem ersten oder dem zweiten Übertragungsweg maximal zu erwartenden Laufzeit entspricht, und dass die Netzwerkeinrichtung (NWE) die Datenpakete um solche Pufferungszeiten puffert, dass bei einem Datenpaket dessen Pufferungszeit und dessen tatsächlich beim Durchlauf durch die Netzwerkeinrichtung benötigte Laufzeit insgesamt der in seiner zugeordneten angepassten Phasenbezugskennung berücksichtigten, maximal zu erwartenden Laufzeit entsprechen.

(Figur 1)

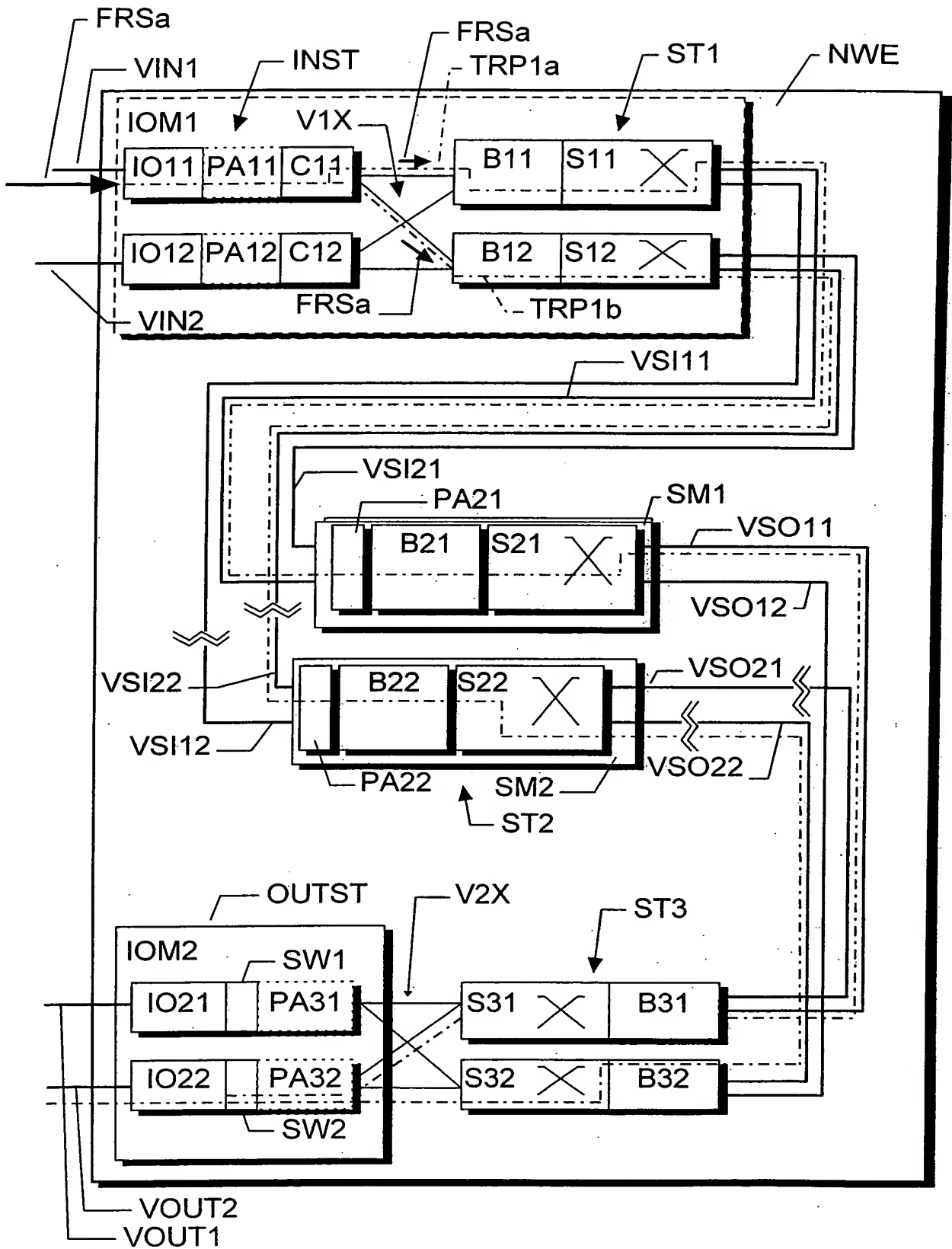


Fig. 1

Netzwerkeinrichtung und Verfahren zur Laufzeitkompensation von Datenpaketen

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Netzwerkeinrichtung zur Laufzeitkompensation von Datenpaketen, insbesondere eine Netzwerkeinrichtung für ein Telekommunikationsnetz mit synchroner digitaler Hierarchie, sowie ein Verfahren zur Laufzeitkompensation von Datenpaketen.

Bei einer Übertragung von Datenpaketen in einem Zeitmultiplex-Verfahren werden Datenpakete innerhalb definierter Zeitschlitzze oder Zeitkanäle übertragen, die wiederholt nach einer vorbestimmten Zeit wieder zu einer Datenübertragung genutzt werden können. Eine Gruppe von Zeitkanälen oder auch ein einzelner Zeitkanal stellen sogenannte Rahmen zur Übertragung von Datenpaketen bereit. Die Rahmen in der synchronen digitalen Hierarchie werden beispielsweise als synchrone Transport Module (STM) bezeichnet, die Datenpakete beispielsweise als sogenannte Virtuelle Container. Im sogenannten Overhead oder Rahmenkopf eines Rahmens sind für die in dem jeweiligen Rahmen transportierten Datenpakete jeweils Phasenbezugskennungen, z.B. sogenannte Pointer, zur Bestimmung von deren Position innerhalb des jeweiligen Rahmens angegeben.

Wenn die Rahmen und die darin enthaltenen Datenpakete eine Netzwerkeinrichtung durchlaufen, muss eine Laufzeit hierfür einkalkuliert werden. Diese kann unterschiedliche Werte annehmen, wenn beispielsweise in einem ersten Szenario ein erstes Datenpaket die Netzwerkeinrichtung auf einem ersten, eine erste Laufzeit verursachenden Übertragungsweg zwischen Eingangs- und Ausgangsstufe der Netzwerkeinrichtung durchläuft und ein mit dem ersten Datenpaket zusammenhängendes zweites Datenpaket auf einem zweiten, eine zweite Laufzeit verursachenden Übertragungsweg. Die beiden Übertragungswege können beispielsweise über diverse Schaltmatrizen-Module, Ein-/Ausgabemodule und Kabelstränge führen, die bei einem komplexeren Aufbau der Netzwerkeinrichtung ohne Weiteres räumlich weit auseinanderliegend angeordnet sein können, so dass beispielsweise das erste Datenpaket einen um 200 Meter längeren Übertragungsweg

als das zweite Datenpaket in der Netzwerkeinrichtung zurücklegen muss. Die beiden Datenpakete sind jedenfalls bedingt durch die unterschiedlichen Übertragungswege an der Ausgangsstufe der Netzwerkeinrichtung nicht mehr in derselben Phasenbeziehung zueinander wie an der Eingangsstufe.

Ein zweites Szenario betrifft eine Netzwerkeinrichtung mit redundanten Einrichtungen, beispielsweise mit gedoppelten Schaltmatrizen-Modulen und gedoppelten Kabelsträngen zwischen Eingangs- und Ausgangsstufe der Netzwerkeinrichtung. Die Datenpakete durchlaufen jeweils einen ersten Übertragungsweg zwischen Eingangs- und Ausgangsstufe und als Datenpaket-Kopie einen zweiten Übertragungsweg. Idealerweise sollte dann an der Ausgangsstufe jederzeit ohne Datenverlust von dem ersten auf den zweiten Übertragungsweg und umgekehrt umgeschaltet werden können, wobei allerdings ein Datenpaket und dessen Kopie exakt synchron ausgangsseitig an der Ausgangsstufe bereitstehen müssen. Bedingt durch die gegebenenfalls unterschiedliche Laufzeiten verursachenden ersten und zweiten Übertragungswege ist dies jedoch nicht möglich.

Man könnte zwar die Übertragungswege der Netzwerkeinrichtung jeweils so ausgestalten, dass sie jeweils identische Laufzeiten verursachen, wobei man beispielsweise jeweils identische Schaltmatrizen-Module und gleichlange und gleichartige Kabel verwenden müsste. Allerdings verursacht dies einen erheblichen Aufwand, wenn man beispielsweise unmittelbar nebeneinander angeordnete Module über ein z.B. 200 Meter langes Kabel miteinander verbinden muss.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Netzwerkeinrichtung und ein Verfahren zur Laufzeitkompensation von Datenpaketen zu schaffen, die die Netzwerkeinrichtung auf mehreren Übertragungswegen durchlaufen können, so dass ein definiertes Laufzeitverhalten der jeweiligen Datenpakete beim Durchlaufen durch die Netzwerkeinrichtung gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Netzwerkeinrichtung gemäß der technischen Lehre des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren gemäß der technischen Lehre des Anspruchs 11.

Der Erfindung liegt dabei der Gedanke zugrunde, dass die Netzwerkeinrichtung die einem jeweiligen Datenpaket zugeordnete Phasenbezugskennung um einen

vorbestimmten Phasenkorrekturwert in der Phase vorausseilend anpasst, der einer bei einer Übertragung der Datenpakete auf dem ersten oder dem zweiten Übertragungsweg maximal zu erwartenden Laufzeit entspricht. Dabei wird sozusagen in die Phasenbezugskenennung die maximal beim Durchlaufen der Netzwerkeinrichtung mögliche Laufzeit "einprogrammiert", beispielsweise eine auf einem Übertragungsweg von etwa 200 Metern auftretende Laufzeit, wenn die Module der Netzwerkeinrichtung zwischen Eingangs- und Ausgangsstufe räumlich entsprechend weit auseinanderliegend angeordnet sind. Die Phasenbezugskenennung wird dabei beispielsweise so geändert, dass die Datenpakete in der Phase weiter vorausseilend sind, um die maximal zu erwartende Laufzeit auszugleichen. Dabei wird auch die tatsächliche Position des jeweiligen Datenpakets zu dem die Phasenbezugskenennung enthaltenden Rahmen modifiziert.

Tatsächlich kann die Laufzeit zwischen Eingangs- und Ausgangsstufe jedoch durchaus geringer sein, als in der modifizierten Phasenbezugskenennung vorgesehen, so dass die auf dem ersten Übertragungsweg übertragenen Datenpakete beispielsweise lediglich 3 Meter zurücklegen, während die Datenpakete auf dem zweiten Übertragungsweg 180 Meter Wegstrecke durch Kabel und Module durchlaufen. Zum Angleichen der tatsächlichen Laufzeit an die bereits in der Phasenbezugskenennung berücksichtigte, maximal zu erwartende Laufzeit und damit letztlich zum Ausgleich von Laufzeitdifferenzen, die auf den unterschiedlichen Übertragungswegen der Netzwerkeinrichtung auftreten, puffert die Netzwerkeinrichtung die Datenpakete, beispielsweise in als Puffermittel dienenden Pufferspeichern, so dass die insgesamt beim Durchlauf durch die Netzwerkeinrichtung tatsächlich benötigte Laufzeit der in der einem Datenpaket zugeordneten Phasenbezugskenennung berücksichtigten, maximal zu erwartenden Laufzeit entspricht.

Die Erfindung kann vorteilhaft in einem beliebigen System eingesetzt werden, bei dem Datenpakete in einem Zeitmultiplex-Verfahren übertragen werden und innerhalb von Rahmen oder Containern in Bezug auf ihre jeweilige Phase verschoben werden können. In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Erfindung in einer Netzwerkeinrichtung eines Übertragungsnetzwerks mit synchroner Hierarchie eingesetzt, beispielsweise in einem Cross-Connect eines SDH-Übertragungsnetzwerks (SDH = synchrone digitale Hierarchie) oder in einer SONET-

Netzwerkeinrichtung (SONET = Synchronous Optical Network). Die Multiplex-Rahmen sind dann z.B. SDH-Rahmen und die Phasenbezugskennungen in den Steuerinformationen der SDH-Rahmen enthalten. Die Datenpakete werden z.B. in Virtuellen Containern übertragen oder bilden Virtuelle Container, die in jeweiligen SDH-Rahmen enthalten und in Bezug auf die Phase verschieblich sind.

Es ist prinzipiell auch denkbar, dass eines oder mehrere Datenpakete in als Container bezeichneten Rahmen transportiert werden, wobei die Datenpakete jeweils in Bezug auf die Phase in den Containern verschieblich sind und in denen jeweils eine entsprechend anpassbare Phasenbezugskennung vorgesehen ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung finden sich in den abhängigen Ansprüchen sowie in der Beschreibung.

Prinzipiell können die Puffermittel durch geeigneten Aufbau, beispielsweise durch eine vorbestimmte oder durch Konfigurationsdaten einstellbare Speichertiefe an die jeweils gegebenen, insbesondere räumlichen Verhältnisse angepasst sein. Es ist jedoch in Bezug auf den Konfigurationsaufwand vorteilhaft, wenn die Puffermittel die tatsächlich beim Durchlauf über den mindestens einen ersten oder den zweiten Übertragungsweg benötigte Laufzeit der Datenpakete ermitteln und die jeweilige Pufferungszeit an die tatsächlich benötigte Laufzeit anpassen. Dies kann beispielsweise mit Hilfe eines Referenztaktes erfolgen, der den Puffermitteln von der Netzwerkeinrichtung bereitgestellt wird.

Die Erfindung kann vorteilhaft bei jeder Netzwerkeinrichtung eingesetzt werden, die beispielsweise aufgrund eines modularen Aufbaus bei mehreren möglichen internen Übertragungswegen jeweils unterschiedliches Laufzeitverhalten aufweist. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Netzwerkeinrichtung als redundante Netzwerkeinrichtung aufgebaut ist, wobei der mindestens eine erste Übertragungsweg über zumindest eine erste Einrichtung führt, die z.B. eine Schaltmatrixstufe mit einem oder mehreren über Verbindungsleitungen miteinander verbundenen Matrixmodulen ist, und der zweite Übertragungsweg über zumindest eine zweite, zu der mindestens einen ersten Einrichtung redundante Einrichtung geführt ist, die in dem Beispiel ebenfalls eine Schaltmatrixstufe ist.

Die maximal zu erwartende Laufzeit wird zweckmäßigerweise im Wesentlichen anhand maximaler Längen von jeweils auf den Übertragungswegen angeordneter Verbindungsleitungen ermittelt. Zweckmäßigerweise werden jedoch auch die Laufzeiten mit einkalkuliert, die durch die sonstigen auf den jeweiligen Übertragungswegen angeordneten Einrichtungen, beispielsweise die vorgenannten Schaltmatrizenstufen, verursacht werden.

Die Eingangsstufe und die dieser zugeordnete Ausgangsstufe können jeweils auf separaten Modulen angeordnet sein. Zweckmäßigerweise sind sie zu einem gemeinsamen Modul zusammengefasst oder werden jeweils durch Module gebildet, die wahlweise als Eingangsstufe oder als Ausgangsstufe konfigurierbar sind.

Die Eingangsstufe und die Ausgangsstufe können prinzipiell lediglich als Ein- bzw. Ausgangsschnittstelle der Netzwerkeinrichtung dienen. Zweckmäßigerweise bilden die Eingangsstufe und die Ausgangsstufe jeweils bereits Schaltmatrizenstufen oder sind Schaltmatrizenstufen zugeordnet, so dass durch Zusammenschalten der beiden Stufen bereits eine zweistufige Schaltmatrix aufgebaut werden kann. Vorteilhafterweise ist zudem eine weitere Schaltmatrizenstufe zwischen die als Schaltmatrizen ausgebildeten Ein- und Ausgangsstufe geschaltet, so dass eine dreistufige Schaltmatrix, z.B. eine dreistufige Clos-Matrix, gebildet wird.

Es versteht sich, dass in der Netzwerkeinrichtung auch mehr als zwei oder drei Schaltmatrizenstufen oder sonstige zwischen die Ein- und Ausgangsstufe geschaltete Einrichtungen vorgesehen sein können.

Die auf die Phasenbezugskennung wirkenden Phasenkorrekturmittel können prinzipiell beliebig angeordnet werden, z.B. jeweils ganz der Eingangsstufe oder der Ausgangsstufe oder auch jeweils einer auf den jeweiligen Übertragungswegen zwischen der Ein- und Ausgangsstufe angeordneten Einrichtung zugeordnet sein, beispielsweise einer Schaltmatrizenstufe. Es kann auch ein Teil der Phasenkorrektur durch die Eingangsstufe und ein anderer Teil durch die Ausgangsstufe oder durch eine sonstige auf einem Übertragungsweg der Netzwerkeinrichtung angeordnete Einrichtung vorgenommen werden.

Auch die Puffermittel können ähnlich wie die Phasenkorrekturmittel prinzipiell beliebig angeordnet werden. Beispielsweise könnten die Puffermittel vollständig der

Ausgangsstufe zugeordnet sein, die dann beispielsweise in eingangsseitigen Puffer unterschiedliche, auf den jeweiligen Übertragungswegen der Netzwerkeinrichtung aufgetretene Laufzeiten der Datenpakete an die in den jeweils zugeordneten Phasenbezugskennungen berücksichtigten Werte anpasst.

Es ist auch möglich, dass die Puffermittel vollständig an auf dem mindestens einen ersten oder zweiten Übertragungsweg angeordneten Einrichtungen angeordnet sind, beispielsweise an Modulen einer Schaltmatrizenstufe.

Zweckmäßigerweise sind jedoch an verschiedenen Stellen der Netzwerkeinrichtung die Puffer der Puffermittel angeordnet, vorzugsweise jeweils eingangsseitig an der Ausgangsstufe sowie an auf den Übertragungswegen angeordneten Einrichtungen. Durch die Puffer wird dann jeweils die Laufzeit eines Datenpakets so erhöht, dass die Laufzeit auf einem dem Puffer vorgeschalteten Anteil des Übertragungsweges und die Pufferungszeit insgesamt einer erwarteten, maximalen Laufzeit entsprechen. Wenn beispielsweise ein Kabel mit 90 Metern zu einem Puffer eines ersten Moduls führt und ein zweites Kabel mit 10 Metern zu einem Puffer eines zweiten Moduls und die erwartete Laufzeit auf ein Kabel von 100 Metern ausgelegt ist, muss der dem ersten Kabel zugeordnete Puffer die jeweils empfangenen Datenpakete für eine bei einem 10 Meter langen Kabel auftretende Laufzeit, der dem zweiten Kabel zugeordnete Puffer für eine bei einem 90 Meter langen Kabel auftretende Laufzeit puffern.

Im Folgenden werden die Erfindung und ihre Vorteile anhand eines Ausführungsbeispiels unter Zuhilfenahme der Zeichnung dargestellt.

Figur 1 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Netzwerkeinrichtung NWE, mit einer Eingangsstufe INST und einer Ausgangsstufe OUTST sowie Schaltmatrizenstufen ST1, ST2, ST3.

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung der Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Figur 3 zeigt einen Datenstrom FRSa mit Rahmen FR1, FR2 und darin übertragenen Datenpaketen DP1, DP2, DP3. Die

Figuren 4a, 4b, 4c zeigen eine Modifikation einer Phasenbezugskennung und eine Pufferung des in dem Rahmen FR1 aus Figur 3 enthaltenen Datenpaketes DP1 anhand des Verfahrens aus Figur 2 und

Figur 5 zeigt eine Darstellung von Pufferungszeiten und Laufzeiten in der Netzwerkeinrichtung NWE.

Die in Figur 1 schematisch gezeigte Netzwerkeinrichtung NWE weist eine Eingangsstufe INST und eine Ausgangsstufe OUTST sowie zwischen die Eingangsstufe INST und Ausgangsstufe OUTST geschaltete Schaltmatrizenstufen ST1, ST2, ST3 auf, die eine dreistufige Clos-Matrix bilden. Die Netzwerkeinrichtung NWE ist beispielsweise ein Cross-Connect für ein SDH-Übertragungsnetz, auf dem Datenpakete in sogenannten SDH-Rahmen, sogenannten synchronen Transport Modulen (STM) übertragen werden. Von dem SDH-Übertragungsnetz führen Übertragungsleitungen VIN1, VIN2 zu Eingangsports IO11, IO12 der Eingangsstufe INST. Ausgangsseitig ist die Netzwerkeinrichtung NWE über Ausgangsports IO21, IO22 der Ausgangsstufe OUTST an Übertragungsleitungen VOUT1, VOUT2 des SDH-Übertragungsnetzes angeschlossen. Mittels der Schaltmatrizenstufen ST1, ST2, ST3 kann die Netzwerkeinrichtung NWE beliebige interne Übertragungswege für Datenpakete zwischen den Eingangsports IO11, IO12 und den Ausgangsports IO21, IO22 schalten. Beispielhaft sind Übertragungswege TRP1a, TRP1b gezeigt. Die Übertragungsleitungen VIN1, VIN2, VOUT1, VOUT2 stehen beispielhaft für nicht gezeigte weitere Übertragungsleitungen und die Ein-/Ausgangsports IO11, IO12, IO21, IO22 beispielhaft für nicht gezeigte weitere Ein-/Ausgangsports der Netzwerkeinrichtung NWE.

Die Schaltmatrizenstufe ST1 enthält die Schaltmatrizenmodule S11, S22, von denen jedes über Verbindungsleitungen V1X von jedem der Eingangsports IO11, IO12 Datenströme mit Datenpaketen empfangen kann. Die Eingangsports IO11, IO12 können die jeweiligen Datenströme demultiplexen und somit die in diesen jeweils enthaltenen Datenpakete aus den Datenströmen entnehmen. Ferner können die Eingangsports IO11, IO12 gegebenenfalls diese Datenpakete wieder auf interne, die Netzwerkeinrichtung NWE z.B. durchlaufende Datenströme multiplexen. Die internen Datenströme weisen vorzugsweise eine höhere Taktfrequenz

auf als die externen Datenströme. Beim Ausführungsbeispiel sind jedoch aus Gründen der Vereinfachung externe und in der Netzwerkeinrichtung NWE fließende interne Datenströme gleichartig aufgebaut und getaktet.

Die von den Eingangsports IO11, IO12 empfangenen Datenpakete werden eingangs der Schaltmatrizenstufe ST1 in als Puffermittel dienenden Puffern B11, B12 gepuffert, die den Schaltmatrizenmodulen S11, S12 zugeordnet und vorgeschaltet sind. Das Schaltmatrizenmodul S11 und der Puffer B11 sind aufgrund einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung zu dem Schaltmatrizenmodul S12 und dem Puffer B12 redundant und räumlich von diesen getrennt.

Es versteht sich, dass zur Vereinfachung der Darstellung die Schaltmatrizenmodule S11, S12 und die Puffer B11, B12 lediglich beispielhaft für eine Anordnung von Schaltmatrizenmodulen stehen und beispielsweise jeweils durch ein einzelnes oder durch mehrere elektrische und/oder optische Schaltmatrizenboards gebildet werden können. Gleiches gilt sinngemäß für die Eingangsports IO11, IO12, die z.B. auf jeweils separaten, weitere Eingangsports aufweisenden, elektrischen und/oder optischen Boards angeordnet sein können.

Die Schaltmatrizenstufe ST2 enthält Schaltmatrizenmodule S21, S22, denen jeweils als Puffermittel dienende Puffer B21, B22 sowie als Phasenkorrekturmittel dienende Zeigerprozessoren PA21, PA22 zur Anpassung von Phasenbezugskennungen, die den die Schaltmatrizenstufe ST2 durchlaufenden Datenpaketen jeweils zugeordnet sind. Die Zeigerprozessoren PA21, PA22 sind eingangs der Schaltmatrizenstufe ST2 angeordnet. Der Zeigerprozessor PA21 und somit das Schaltmatrizenmodul S21 sind über Verbindungsleitungen VSI11, VSI21 mit den Schaltmatrizenmodulen S11 bzw. S12 verbunden, der Zeigerprozessor PA22 und somit das Schaltmatrizenmodul S21 sind über Verbindungsleitungen VSI12, VSI22 mit den Schaltmatrizenmodulen S11 bzw. S12 verbunden. Die Puffer B21, B22 dienen zur Anpassung der Schaltmatrizenmodule S31, S32 an gegebenenfalls unterschiedliche Laufzeiten, die durch die vorliegend unterschiedlich langen Verbindungsleitungen VSI11, VSI12, VSI21, VSI22 verursacht werden.

Jeweils ein Schaltmatrizenmodul S21, S22, ein Puffer B21, B22 und ein Zeigerprozessor PA21, PA22 bilden vorliegend eine Schaltmatrizeneinheit SM1, SM2

und sind z.B. auf einem elektrischen und/oder optischen Board angeordnet oder werden von einer Baueinheit mit mehreren derartigen Boards gebildet. Die Schaltmatrizeneinheiten SM1, SM2 sind zueinander redundante Schaltmatrizeneinheiten, die gleichartig aufgebaut sind gleiche Funktionen leisten können. Die Schaltmatrizeneinheiten SM1, SM2 können jeweils eines oder mehrere elektrische und/oder optische Boards umfassen.

Ausgangsseitig führen Verbindungsleitungen VSO11, VSO12 von dem Schaltmatrizenmodul S21 zu Schaltmatrizenmodulen S31, S32 der Schaltmatrizenstufe ST3. Diesen ist eingangsseitig jeweils ein als Puffermittel dienender Puffer B31, B32 vorgeschaltet. Vom Schaltmatrizenmodul S22 führen Verbindungsleitungen VSO21, VSO22 zu den den Schaltmatrizenmodulen S31, S32 vorgeschalteten Puffern B31, B32. Die Puffer B31, B32 dienen zur eingangsseitigen Anpassung der Schaltmatrizenmodule S31, S32 an gegebenenfalls unterschiedliche Laufzeiten, die durch die vorliegend unterschiedlich langen Verbindungsleitungen VSO11, VSO12, VSO21, VSO22 verursacht werden. Das Schaltmatrizenmodul S31 und der diesem zugeordnete Puffer B31 einerseits und das Schaltmatrizenmodul S32 und sein Puffer B32 andererseits sind jeweils als separate Baueinheiten ausgeführt und zueinander redundant. Aus Redundanzgründen sind diese Baueinheiten zweckmäßigerweise räumlich auseinanderliegend angeordnet. Eine solche Baueinheit kann jeweils durch eine oder mehrere elektrische und/oder optische Vorrichtungen, z.B. elektro-optische Platinen, gebildet werden.

Ausgangsseitig ist die Schaltmatrizenstufe ST3 über Verbindungsleitungen VS2X mit der Ausgangsstufe OUTST verbunden, so dass von jedem der Schaltmatrizenmodule S31, S32 eine Verbindung zu jedem der Ausgangsports IO21, IO22 aufgebaut werden kann und somit zu jedem Ausgangsport IO21, IO22 Datenpakete gesendet werden können.

Aus Gründen der Betriebssicherheit sind die Schaltmatrizeneinheiten SM1, SM2 räumlich entfernt zueinander angeordnet, wobei die Schaltmatrizeneinheit SM1 z.B. in einem Raum zusammen mit der Eingangsstufe INST und die Schaltmatrizeneinheit SM2 in einem separaten Raum angeordnet ist. Eine solche räumlich entfernte Anordnung wird auch als "room protection" bezeichnet. Zwischen den Räumen und somit zwischen den dort jeweils angeordneten Komponenten der

Netzwerkeinrichtung NWE sind erhebliche Entfernungen zu überbrücken, die im Einzelfall beispielsweise 200 Meter betragen können. Entsprechend der räumlichen Anordnung der Schaltmatrizenstufen ST1, ST2, ST3 sind die als elektrische oder optische Verbindungen ausgestalteten Verbindungsleitungen VSI11, VSI12, VSI21, VSI22 sowie VSO11, VSO12, VSO21, VSO22 jeweils unterschiedlich lang und verursachen voneinander abweichende Laufzeiten von Datenpaketen, die jeweils auf ihnen übertragen werden. Die zu der Schaltmatrizenereinheit SM2 führenden Verbindungsleitungen VSI12, VSI22, VSO21, VSO22 sind vorliegend im Vergleich zu den zu der Schaltmatrizenereinheit SM1 führenden Verbindungsleitungen VSI11, VSI21, VSO11, VSO12 jeweils um etwa 200 Meter länger, was in Figur 1 durch Unterbrechungslinien angedeutet ist.

Die Netzwerkeinrichtung NWE umfasst auch weitere, nicht dargestellte Einrichtungen, beispielsweise ein zentrales Steuerungsmodul oder -board, eine Schnittstelle zu einem Netzwerk-Management-System sowie eines oder mehrere Taktgebermodule, welche die gezeigten Module, beispielsweise die Schaltmatrizenmodule S11, S12, S21, S22, S31, S33, mit einem Master-Taktsignal und einem zu diesem redundanten Slave-Taktsignal versorgen. Die jeweiligen internen Master-/Slave-Taktsignale werden von den nicht gezeigten Taktgebermodulen anhand von externen Taktsignalen gebildet, welche die Taktgebermodule an einem der Eingangsports IO11, IO12 abgreifen. Die externen Taktsignale sind beispielsweise in STM-Rahmen enthalten. Die internen Master-/Slave-Taktsignale enthalten einerseits sogenannte Rahmen-Taktsignale, die beispielsweise mit einer Bitrate von 2 Megabit pro Sekunde übertragen werden und die mehrere Rahmen-Takte umfassen, z.B. einen mit einem Herz und einen mit 8 Kiloherz. Die internen Master-/Slave-Taktsignale enthalten zudem zweckmäßigerweise einfache Taktsignale-Pulse, z.B. mit einer für SDH typischen Frequenz von 2,43 Megahertz, zu einer Feinsynchronisierung der Komponenten der Schaltmatrizenstufen ST1, ST2, ST3 sowie der Eingangs- und Ausgangstufen INST, OUTST.

Die Netzwerkeinrichtung NWE empfängt z.B. auf der Übertragungsleitung VIN1 einen Zeitmultiplex-Datenstrom FRSa, der in Figur 3 über einer Zeitachse t gezeigt ist. Im Datenstrom FRSa werden als Virtuelle Container bezeichnete Datenpakete DP1, DP2, DP3 in SDH-Rahmen FR1, FR2, sogenannten synchronen

Transport Modulen, übertragen. Das eine sogenannte Payload des Rahmens FR2 bildende Datenpaket DP3 kann beispielsweise ein sogenannter VC-4 Container sein. In den SDH-Rahmen FR1, FR2 sind als Overhead bezeichnete Rahmenköpfe FA1, FA2 vorgesehen, die ein jeweils zyklisch in einem sogenannten Rahmentakt wiederkehrendes Muster im Datenstrom FRSa bilden und in denen Phasenbezugskennungen P1, P2, P3 zur Bestimmung der jeweiligen Position der Datenpakete DP1, DP2; DP3 innerhalb der Rahmen FR1, FR2 enthalten sind.

Die Netzwerkeinrichtung NWE empfängt den Datenstrom FRSa am Eingangsport IO11. Beispielsweise anhand einer im Rahmen FR1 oder den Datenpaketen DP1, DP2 enthaltenen Zielkennung oder anhand einer Voreinstellung durch ein nicht dargestelltes Netzwerk-Management-System ermittelt die Netzwerkeinrichtung NWE, dass der Datenstrom FRSa und somit die Datenpakete DP1, DP2 an den Ausgangsport IO22 zu übertragen sind. Die vorliegende, als SDH-Cross-Connect arbeitende Netzwerkeinrichtung NWE leitet den gesamten Datenstrom FRSa vom Eingangsport IO11 an den Ausgangsport IO22. Hierfür eignet sich z.B. der Übertragungsweg TRP1a, der über die Schaltmatrizenmodule S11, S21, S31 führt.

Zur Vereinfachung der folgenden Ausführungen wird im Folgenden der auf der Verbindung VIN1 von extern empfangene Datenstrom FRSa durch die Eingangsstufe INST nicht modifiziert, beispielsweise in einen schneller getakteten internen Datenstrom gemultiplext, und als interner Datenstrom an die Schaltmatrizenstufe ST1 weitergeleitet.

Aus Redundanzgründen ist zudem ein zweiter, über die Schaltmatrizenmodule S11, S22, S32 führender Übertragungsweg TRP1b vorgesehen, der ein unabhängiger, und zu dem Übertragungsweg TRP1a redundanter, über redundante Einrichtungen führender Übertragungsweg ist. Im Gegensatz zu dem Übertragungsweg TRP1a ist der Übertragungsweg TRP1b jedoch länger, so dass die Datenpakete DP1, DP2 bei einer Übertragung auf dem Übertragungsweg TRP1b später bei dem Ausgangsport IO22 ankommen als bei einer Übertragung auf dem Übertragungsweg TRP1a, sofern nicht die im Folgenden erläuterten erfindungsgemäßen Maßnahmen angewendet werden.

Ein dem Eingangsport IO11 zugeordnetes Verteilmodul C11 sendet einerseits den Datenstrom FRSa auf dem Übertragungsweg TRP1a an das Schaltmatrizenmodul S11 und andererseits eine Datenstrom-Kopie FR Sb des Datenstroms FRSa an das Schaltmatrizenmodul S12. Dem Eingangsport IO12 ist ein dem Verteilmodul C11 in seiner Funktion entsprechendes Verteilmodul C12 zugeordnet.

Soweit bei der Übertragung des Datenströme FRSa, FR Sa2 auf den auf den Verbindungsleitungen V1X Laufzeitdifferenzen auftreten, werden diese durch die Puffer B11, B12 ausgeglichen. Dabei verzögern die Puffer B11, B12 die Datenströme FR S, FR Sc um Pufferungszeiten TB11, TB12 (Figur 5). Die Puffer B11, B12 enthalten beispielsweise Schieberegister, deren Speichertiefe gemäß für auf den Verbindungsleitungen V1X auftretenden Laufzeiten bemessen ist. Die jeweilige Speichertiefe kann auch konfigurierbar sein, wobei beispielsweise beim Aufbau der Netzwerkeinrichtung NWE die Leitungslängen der Verbindungsleitungen V1X ermittelt werden und diesen Längen entsprechende Konfigurationsdaten zur Konfiguration der Puffer B11, B12 in die Netzwerkeinrichtung NWE geladen werden. Zweckmäßigerweise jedoch sind die Puffer B11, B12 adaptive Puffer, welche die notwendigen Pufferungszeiten gemäß der Leitungslängen der Verbindungsleitungen V1X z.B. anhand des oben erwähnten Rahmen-Taktsignals oder eines sonstigen Referenzsignals ermitteln und sich auf die jeweiligen Leitungslängen einstellen. Dazu sind die Puffer B11, B12 beispielsweise als Speicher ausgestaltet, deren Speicherzellen mittels eines Multiplexers abgetastet wird. Die jeweils abzutastenden Speicherzellen können dem Multiplexer beispielsweise durch umlaufende Zähler vorgegeben werden, deren jeweilige Startwerte gemäß den Leitungslängen der Verbindungsleitungen V1X eingestellt werden.

Es versteht sich, dass bei gleichen Leitungslängen der Verbindungsleitungen V1X die Puffer B11, B12 nicht unbedingt erforderlich sind und dass die Puffer B11, B12 auch der Eingangsstufe INST zugeordnet sein könnten.

In Figur 2 ist ein durch die Puffer B11, B12 bewirkter synchroner Eingang S1IN der Datenströme FRSa, FR Sb bei den Schaltmatrizenmodulen S11, S12 der Schaltmatrizenstufe ST1 dargestellt. Figur 2 ist ein dreidimensionales Diagramm mit einer mit "t" bezeichneten Zeitachse sowie mit den Schaltmatrizenmodulen S11, S12; S21, S22; S31, S32 zugeordneten, jeweils in X-Richtung zeigenden

Zeitachsen S11t, S12t; S21t, S22t; S31t, S32. Den Schaltmatrizenstufen ST1, ST2, ST3 ist jeweils eine horizontale Ebene ST1e, ST2e, ST3e zugeordnet, die übereinander entlang einer mit STn bezeichneten Y-Achse liegen. In Z-Richtung erstrecken sich Achsen ST1n, ST2n, ST3n, die zusammen mit den Zeitachsen S11t, S21t, S31t die Ebenen ST1e, ST2e, ST3e aufspannen, in denen jeweils die zu den Zeitachsen S11t, S21t, S31t parallelen Zeitachsen S12t, S22t, S32 liegen.

In mit TR1 bezeichneten Sendevorgängen werden die Datenströme FRSa, FR Sb von den Schaltmatrizenmodulen S21, S22 an die Schaltmatrizenstufe ST2 versendet. Die Eingänge der Datenströme FRSa, FR Sb bei den Zeigerprozessoren PA21, PA22 sind mit S211, S221 bezeichnet. Bedingt durch die größere Leitungslänge der Verbindungsleitung VSI22 im Vergleich zu der Verbindungsleitung VSI11 benötigt der Datenstrom FR Sb gegenüber dem Datenstrom FR Sa eine größere Laufzeit bei der Übertragung von der Schaltmatrizenstufe ST1 zur Schaltmatrizenstufe ST2 und ist somit gegenüber diesem um eine Phasendifferenz verschoben.

Die Zeigerprozessoren PA21, PA22 bilden Phasenkorrekturmittel zur Anpassung von Phasenbezugskennungen, die den in den Datenströmen FRSa, FR Sb enthaltenen Datenpaketen zugeordnet sind. Die Zeigerprozessoren PA21, PA22 modifizieren die Phasenbezugskennungen um vorbestimmte, in der Phase vorausseilenden Phasenkorrekturwerte, die einer maximal bei einer Übertragung der Datenpakete auf den Übertragungswegen TRP1a, TR1P1b zu erwartenden Laufzeit TPA entsprechen. Die Anpassung der Phasenbezugskennungen ist in Figur 2 mit TR2 bezeichnet.

Anhand der Figuren 4a, 4b wird eine solche Anpassung der Phasenbezugskennungen am Beispiel des im Zusammenhang mit Figur 3 erläuterten Rahmens FR1 erläutert.

Das Datenpaket DP1 befindet sich eingangs des Zeigerprozessors PA21 in einer Phasenbeziehung P1 zu dem Rahmenkopf FA1, die in Form eines sogenannten Zeigers P1 in diesem eingetragen ist. Der Zeigerprozessor PA21 verändert nun die Phasenrelation zwischen dem Rahmenkopf FA1 und dem Datenpaket DP1, wobei das Datenpaket DP1 zeitlich sozusagen in die Vergangenheit verschoben

wird. Im konkreten Fall wird der Rahmenkopf FA1 näher zum Datenpaket DP1 geschoben und der Zeiger P1 mithin zu einem kürzeren Zeiger P1m verkürzt, den der Zeigerprozessor PA21 in den Rahmenkopf FA1 einträgt. Prinzipiell könnte das Datenpaket DP1 dabei auch in einen anderen Rahmen verschoben werden, falls innerhalb des Rahmens FR1 die gewünschte Phasenkorrektur nicht möglich ist.

Der Zeigerprozessor PA22 verfährt mit den im Datenstrom FRSb enthaltenen Rahmen, Phasenbezugskennungen und Datenpaketen sinngemäß gleich. Jedenfalls korrigieren die Zeigerprozessoren PA21, PA22 die jeweiligen Phasenbeziehungen jeweils um identische, vorbestimmte feste Werte, die sozusagen dem "worst case" entsprechen, nämlich der maximal bei der Übertragung der Datenströme FRSa, FRSb in der Netzwerkeinrichtung NWE auftretenden Laufzeit TPA (Figur 5), im vorliegenden Fall der auf dem Übertragungsweg TRP1b auftretenden Laufzeit.

Die Eingänge der Datenströme FRSa, FRSb, deren Datenpakete sozusagen virtuell in die Zukunft verschoben sind, bei den Puffern B21, B22 sind in Figur 2 mit S212, S222 bezeichnet. Die Puffer B21, B22 puffern die Datenströme FRSa, FRSb in Pufferungsvorgängen TR3 um Pufferungszeiten TB21, TB22. Dieser Vorgang ist für den Puffer B21 in Figur 4c veranschaulicht, bei dem der Rahmen FR1 insgesamt um eine Pufferungszeit TB21 verzögert wird.

An dieser Stelle sei bemerkt, dass die in den Figuren 4 und Figur 5 gezeigten Relationen weder zueinander maßstäblich sind noch insgesamt die tatsächlichen zeitlichen Verhältnisse der Netzwerkeinrichtung NWE maßstäblich wiedergeben. Die gezeigten Pfeillängen sind zur Veranschaulichung insbesondere in Bezug auf die Pufferungszeiten länger als in der Realität, insbesondere in Bezug auf die Laufzeiten kürzer.

Die Pufferungszeiten TB21, TB22 der Puffer B21, B22 sind unterschiedlich bemessen und dienen dazu, dass die unterschiedlichen, auf den Verbindungsleitung VSI11, VSI22 benötigten Laufzeiten TVSI11, TVSI22 eingangsseitig an den dem Schaltmatrizenmodulen S21, S22 der Schaltmatrizenstufe ST2 kompensiert werden und die Datenströme FRSa, FRSb synchron bei den Schaltmatrizenmodulen

S21, S22 ankommen. Der jeweilige Eingang der Datenströme FRSa, FRSb bei den Schaltmatrizenmodulen S21, S22 ist mit S213 bzw. mit S223 bezeichnet.

Die Schaltmatrizenmodule S21, S22 senden die Datenströme FRSa, FRSb in Sendevorgängen TR4 an die Schaltmatrizenstufe ST3, wo sie bei den den Schaltmatrizenmodulen S31, S32 zugeordneten Puffern B31, B32 eingehen. Die jeweiligen Eingänge sind mit S311 bzw. S321 bezeichnet. Die Puffer B31, B32 haben im Wesentlichen dieselbe Aufgabe wie die Puffer B21, B22, nämlich Laufzeiten vorgelagerter Verbindungsleitungen, vorliegend Laufzeiten TVSO11, TVSO22 der unterschiedlich langen Verbindungsleitungen VSO11, VSO22, zu kompensieren, so dass die Datenströme FRSa, FRSb synchron bei den Schaltmatrizenmodulen S31, S32 der Schaltmatrizenstufe ST3 ankommen. Die Pufferungsvorgänge mit entsprechend kurzer Pufferungszeit TB31 des Puffers B31 bzw. langer Pufferungszeit TB32 des Puffers B32 sind in Figur 2 mit TR5 bezeichnet.

Beim Ausführungsbeispiel verlassen die Datenströme FRSa, FRSb die Schaltmatrizenstufe ST3 in einem Sendevorgang S3OUT synchron und mit jeweils korrelierenden Phasenbeziehungen zwischen den in ihnen jeweils enthaltenen Rahmen und Datenpaketen. Dabei senden das Schaltmatrizenmodul S31 den Datenstrom FRSa und das Schaltmatrizenmodul S32 den Datenstrom FRSb an den Ausgangsport IO22 der Ausgangsstufe OUTST. Diesem sind Auswahlmittel SW2 vorgeschaltet, die aus den synchronen Datenströmen FRSa, FRSb jederzeit einen fehlerfrei empfangenen auswählen können. Wenn beispielsweise auf dem Übertragungsweg TRP1a ein Problem auftritt, z.B. das Schaltmatrizenmodul S21 ausfällt, kann das Auswahlmittel SW2 von dem Datenstrom FRSa auf den Datenstrom FRSb ohne einen Phasensprung umschalten und den Datenstrom FRSb an den Ausgangsport IO22 weiterleiten.

Dem Ausgangsport IO21 ist ein dem Auswahlmittel SW2 funktional entsprechendes Auswahlmittel SW1 zugeordnet. Es ist auch möglich, dass den Ausgangsports IO21, IO22 jeweils Puffer vorgelagert sind, die gegebenenfalls durch die Verbindungsleitung V2X bedingte, unterschiedliche Laufzeiten kompensieren.

Die Puffer B21, B22, B31, B32 sind wie die Puffer B11, B12 fest konfigurierte, konfigurierbare oder vorzugsweise adaptive Puffer, die sich an durch vorgelagerte Verbindungsleitungen oder sonstige Einrichtungen bedingte Laufzeiten der jeweils übertragenen Datenströme anpassen. Insgesamt bilden die Puffer B11, B12, B21, B22, B31, B32 erfindungsgemäße Puffermittel, die bei den in den Datenströmen FRSa, FR Sb übertragenen Datenpaketen deren tatsächlich beim Durchlauf durch die Netzwerkeinrichtung NWE benötigte Laufzeit insgesamt der in den ihnen jeweils zugeordneten Phasenbezugskennungen, z.B. der Phasenbezugskennung P1m, berücksichtigten, maximal zu erwartenden Laufzeit anpassen.

Weitere Varianten der Erfindung sind ohne Weiteres möglich:

Es versteht sich, dass die Puffermittel prinzipiell auch lediglich in einer der Schaltmatrizenstufen ST1, ST2, ST3 vorgesehen sein könnten.

Erfindungsgemäße Puffermittel könnten auch in der Ausgangsstufe OUTST vorgesehen sein. Die Puffermittel wären beispielsweise jeweils den Ausgangsports IO21, IO22 vorangeschaltet und ergänzten die auf den Übertragungswegen, beispielsweise den Übertragungswegen TRP1a, TRP1b, aufgetretenen Laufzeiten um geeignete Pufferungszeiten, so dass die Laufzeiten und Pufferungszeiten insgesamt den in den Phasenbezugskennungen berücksichtigten Laufzeiten entspräche.

Statt den in der Schaltmatrizenstufe ST2 angeordneten Phasenkorrekturmitteln PA21, PA22 könnten auch bereits in der Eingangsstufe Phasenkorrekturmittel vorgesehen sein. Dies ist in Figur 1 durch den Eingangsports IO11, IO12 zugeordnete Zeigerprozessoren PA11, PA12 angedeutet.

Es ist auch möglich, dass die Zeigerprozessoren PA11, PA12 mit den Zeigerprozessoren PA21, PA22 zusammenwirken und jeder Zeigerprozessor PA11, PA12, PA21, PA22 nur einen Teil einer Phasenkorrektur vornimmt.

In einer weiteren Variante des Ausführungsbeispiels sind den Ausgangsports IO21, IO22 in gestrichelten Linien angedeutete Zeigerprozessoren PA31, PA32 zugeordnet, die als Phasenkorrekturmittel zur Anpassung von Phasenbezugskennungen dienen und die bei von der Ausgangsstufe OUTST empfangenen Daten-

paketen deren jeweils zugeordnete Phasenbezugskennung um einen in der Phase vorauseilenden Phasenkorrekturwert modifizieren können. Die Phasenkorrekturmittel PA31, PA32 können mit den Phasenkorrekturmitteln PA11, PA12 und/oder PA21, PA22 zusammenwirken und lediglich einen Teil der notwendigen Modifikation der Phasenbezugskennungen vornehmen. Die Zeigerprozessoren PA31, PA32 könnten auch alternativ zu den Phasenkorrekturmitteln PA11, PA12 und/oder PA21, PA22 vorgesehen sein und dabei die vollständige Modifikation der Phasenbezugskennungen durchführen.

Es ist auch möglich, dass die Eingangsstufe INST und die Schaltmatrizenstufe ST1 oder jeweils einander zugeordnete Teile beider Stufen zu einem gemeinsamen Eingangsmodul IOM1 bzw. mehreren derartigen Eingangsmodulen zusammengefasst sind, das bzw. die beispielsweise als eine elektrische Platine ausgeführt sind.

Es könnte auch vorgesehen sein, dass das Schaltmatrizenmodul S11 fest dem Eingangsport IO11 und das Schaltmatrizenmodul S12 fest dem Eingangsport IO12 zugeordnet ist. Gleichermäßen könnten auch das Schaltmatrizenmodul S31 und der Ausgangsport IO21 sowie das Schaltmatrizenmodul S32 und der Ausgangsport IO22 einander fest zugeordnet sein, gegebenenfalls auch jeweils zu einer Baueinheit zusammengefasst sein.

Prinzipiell können die Eingangsstufe INST und die Schaltmatrizenstufe ST1 auch als baulich getrennte Einheiten ausgeführt sein. Ferner könnten z.B. auch einerseits das Schaltmatrizenmodul S11 und der Eingangsport IO11 und andererseits das Schaltmatrizenmodul S12 und der Eingangsport IO12 jeweils zu einer Baueinheit zusammengefasst sein.

Die Eingangsport IO11, IO12 und die Ausgangsport IO21, IO22 könnten auf einem gemeinsamen Modul vorgesehen sein, wobei dieses beispielsweise universelle Ein-/Ausgangsport aufweist, die bedarfsweise als Eingangsport oder als Ausgangsport konfigurierbar sind.

Die Schaltmatrizenstufen ST1 und ST3, die jeweils sozusagen als eine Schaltmatrizen-Endstufe dienen, könnten auch zu einer Baueinheit zusammengefasst werden und/oder durch gleichartige, für die jeweilige Funktion als Schaltmatrizenstufe

ST1 oder ST3 anpassbare Module gebildet werden. Zweckmäßigerweise sind dann aus Gründen der Redundanz beispielsweise die Schaltmatrizenmodule S11 und S31 einerseits sowie S12 und S32 andererseits zu einer Baueinheit zusammengefasst.

Die gezeigten Komponenten, beispielsweise die Puffer B11, B12, B21, B22 oder die Zeigerprozessoren PA21, P122, der Netzwerkeinrichtung NWE können in Hardware aufgebaut sein, beispielsweise mittels integrierter Schaltkreise, z.B. als sogenannte Field Programmable Gate Arrays (FPGA) und/oder als Application Specific Integrated Circuits (ASIC). Die Komponenten können auch als eine Software in Form eines oder mehrerer Programm-Module realisiert sein, deren Programmcode z.B. von einem Steuerungs-Prozessor eines Schaltmatrizenmoduls oder einer sonstigen Prozessoranordnung ausgeführt werden kann.

Es versteht sich, dass auch beliebige Kombinationen der in den Ansprüchen sowie in der Beschreibung angegebenen Maßnahmen und Anordnungen möglich sind.

Netzwerkeinrichtung und Verfahren zur Laufzeitkompensation von Datenpaketen

Ansprüche

1. Netzwerkeinrichtung, insbesondere für ein Telekommunikationsnetz mit synchroner digitaler Hierarchie, zur Laufzeitkompensation von Datenpaketen (DP1, DP2, DP3), bei denen beim Durchlaufen zumindest einer Eingangstufe (INST) und einer mit dieser über zumindest einen ersten Übertragungsweg (TRP1a) und einen zweiten Übertragungsweg (TRP1b) verbundenen Ausgangsstufe (OUTST) der Netzwerkeinrichtung (NWE) eine erste durch den ersten Übertragungsweg (TRP1a) bedingte Laufzeit und eine zweite durch den zweiten Übertragungsweg (TRP1b) bedingte Laufzeit auftritt, wobei die Datenpakete (DP1, DP2, DP3) in Multiplex-Rahmen (FR1, FR2) übertragen werden, in denen jeweils ein gegebenenfalls zu übertragendes Datenpaket (DP1, DP2, DP3) sowie mindestens eine Phasenbezugskennung (P1, P1m) zur Bestimmung der jeweiligen Position des Datenpakets (DP1, DP2, DP3) innerhalb des jeweiligen Rahmens (FR1, FR2) enthalten ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Netzwerkeinrichtung (NWE) Phasenkorrekturmittel (PA21, PA22) zur Anpassung der einem jeweiligen Datenpaket (DP1, DP2, DP3) zugeordneten Phasenbezugskennung (P1) um einen vorbestimmten, in der Phase vorausseilenden Phasenkorrekturwert, der einer maximal bei einer Übertragung der Datenpakete (DP1, DP2, DP3) auf dem ersten Übertragungsweg (TRP1a) oder dem zweiten Übertragungsweg (TRP1b) zu erwartenden Laufzeit (TPA) entspricht, und dass die Netzwerkeinrichtung (NWE) Puffermittel (B11, B12; B21, B22; B31, B32) zur Pufferung der Datenpakete (DP1, DP2, DP3) um solche Pufferungszeiten (TB11, TB21, TB31; TB12, TB22, TB32) aufweist, dass bei einem jeweiligen Datenpaket (DP1, DP2, DP3) dessen Pufferungszeit (TB11, TB21, TB31; TB12, TB22, TB32) und dessen tatsächlich beim Durchlauf durch die Netzwerkeinrichtung (NWE) benötigte Laufzeit (TVSI11, TVSO11; TVSI22, TVSO22) insgesamt der in seiner zugeordneten ange-

passten Phasenbezugskennung (P1m) berücksichtigten, maximal zu erwartenden Laufzeit (TPA) entsprechen.

2. Netzwerkeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Puffermittel (B11, B12; B21, B22; B31, B32) die tatsächlich beim Durchlauf über den mindestens einen ersten Übertragungsweg (TRP1a) oder den zweiten Übertragungsweg (TRP1b) benötigte Laufzeit der Datenpakete (DP1, DP2, DP3) ermitteln und die jeweilige Pufferungszeit (TB11, TB21, TB31; TB12, TB22, TB32) an die tatsächlich benötigte Laufzeit anpassen.
3. Netzwerkeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die maximal zu erwartende Laufzeit im Wesentlichen anhand maximaler Längen von für den ersten Übertragungsweg (TRP1a) und/oder den zweiten Übertragungsweg (TRP1b) eingesetzter Verbindungsleitungen (VSI11, VSO11; VSI22, VSO22) ermittelt wird.
4. Netzwerkeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine als redundante Netzwerkeinrichtung (NWE) aufgebaut ist, wobei der mindestens eine erste Übertragungsweg (TRP1a) über zumindest eine erste Einrichtung und der zweite Übertragungsweg (TRP1b) über zumindest eine zweite, zu der mindestens einen ersten Einrichtung redundante Einrichtung geführt ist.
5. Netzwerkeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine erste Einrichtung und/oder die zweite Einrichtung zumindest eine erste bzw. eine zweite Schaltmatrizenstufe (ST1, ST2, ST3) umfasst.
6. Netzwerkeinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine erste Schaltmatrizenstufe und/oder die zweite Schaltmatrizenstufe (ST1, ST2, ST3) zumindest ein erstes und ein zweites Matrixmodul (S11, S12; S21, S22; S31, S32) aufweist, die über eine Verbindungsleitung (VSI11, VSI12, VSI21, VSI22; VSO11, VSO12, VSO21, VSO22) miteinander verbunden sind.

7. Netzwerkeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangsstufe (INST) und dieser jeweils zugeordnete Ausgangsstufe (OUTST) zu einem gemeinsamen Modul zusammengefasst sind und/oder dass die Eingangsstufe (INST) und die Ausgangsstufe (OUTST) als Schaltmatrizenstufen ausgebildet sind.
8. Netzwerkeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Phasenkorrekturmittel (PA21, PA22) jeweils ganz oder teilweise der Eingangsstufe (INST) und/oder der Ausgangsstufe (OUTST) zugeordnet sind.
9. Netzwerkeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Puffermittel (B11, B12; B21, B22; B31, B32) Puffer enthalten, die jeweils eingangsseitig an der Ausgangsstufe (OUTST) und/oder jeweils eingangsseitig an auf dem mindestens einen ersten Übertragungsweg (TRP1a) oder auf dem zweiten Übertragungsweg (TRP1b) angeordneten Einrichtungen angeordnet sind.
10. Netzwerkeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Multiplex-Rahmen (FR1, FR2) SDH-Rahmen sind und/oder dass die Phasenbezugskennungen (P1, P1m) in den Steuerinformationen der Multiplex-Rahmen (FR1, FR2) enthalten sind und/oder dass die Datenpakete (DP1, DP2, DP3) in Virtuellen Containern übertragen werden und/oder virtuelle Container sind.
11. Verfahren zur Laufzeitkompensation von Datenpaketen (DP1, DP2, DP3), bei denen beim Durchlaufen einer zumindest eine Eingangsstufe (INST) und eine mit dieser über zumindest einen ersten Übertragungsweg (TRP1a) und einen zweiten Übertragungsweg (TRP1b) verbundene Ausgangsstufe (OUTST) aufweisenden Netzwerkeinrichtung (NWE), insbesondere für ein Telekommunikationsnetz mit synchroner digitaler Hierarchie, eine erste durch den ersten Übertragungsweg (TRP1a) bedingte Laufzeit und eine zweite durch den zweiten Übertragungsweg (TRP1b) bedingte Laufzeit auftritt, wobei die Datenpakete (DP1, DP2, DP3) in Multiplex-Rahmen (FR1, FR2) übertragen werden, in denen jeweils ein gegebenenfalls zu übertragendes Datenpaket (DP1, DP2,

DP3) sowie mindestens eine Phasenbezugskennung (P1, P1m) zur Bestimmung der jeweiligen Position des Datenpakets (DP1, DP2, DP3) innerhalb des jeweiligen Rahmens (FR1, FR2) enthalten ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Netzwerkeinrichtung (NWE) die einem jeweiligen Datenpaket (DP1, DP2, DP3) zugeordnete Phasenbezugskennung (P1) um einen vorbestimmten Phasenkorrekturwert in der Phase vorseilend anpasst, der einer bei einer Übertragung der Datenpakete (DP1, DP2, DP3) auf dem ersten Übertragungsweg (TRP1a) oder dem zweiten Übertragungsweg (TRP1b) maximal zu erwartenden Laufzeit (TPA) entspricht, und dass die Netzwerkeinrichtung (NWE) die Datenpakete (DP1, DP2, DP3) um solche Pufferungszeiten (TB11, TB21, TB31; TB12, TB22, TB32) puffert, dass bei einem jeweiligen Datenpaket (DP1, DP2, DP3) dessen Pufferungszeit (TB11, TB21, TB31; TB12, TB22, TB32) und dessen tatsächlich beim Durchlauf durch die Netzwerkeinrichtung (NWE) benötigte Laufzeit (TVSI11, TVSO11; TVSI22, TVSO22) insgesamt der in seiner zugeordneten angepassten Phasenbezugskennung (P1m) berücksichtigten, maximal zu erwartenden Laufzeit (TPA) entsprechen.

12. Programm-Modul für eine Netzwerkeinrichtung mit Mitteln zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 11 und mit Programmcode, der durch ein Steuermittel der Netzwerkeinrichtung ausgeführt werden kann.
13. Speichermittel, insbesondere Diskette, CD-ROM, Digital Versatile Disc, Festplattenlaufwerk oder dergleichen, mit einem darauf gespeicherten Programm-Modul nach Anspruch 12.

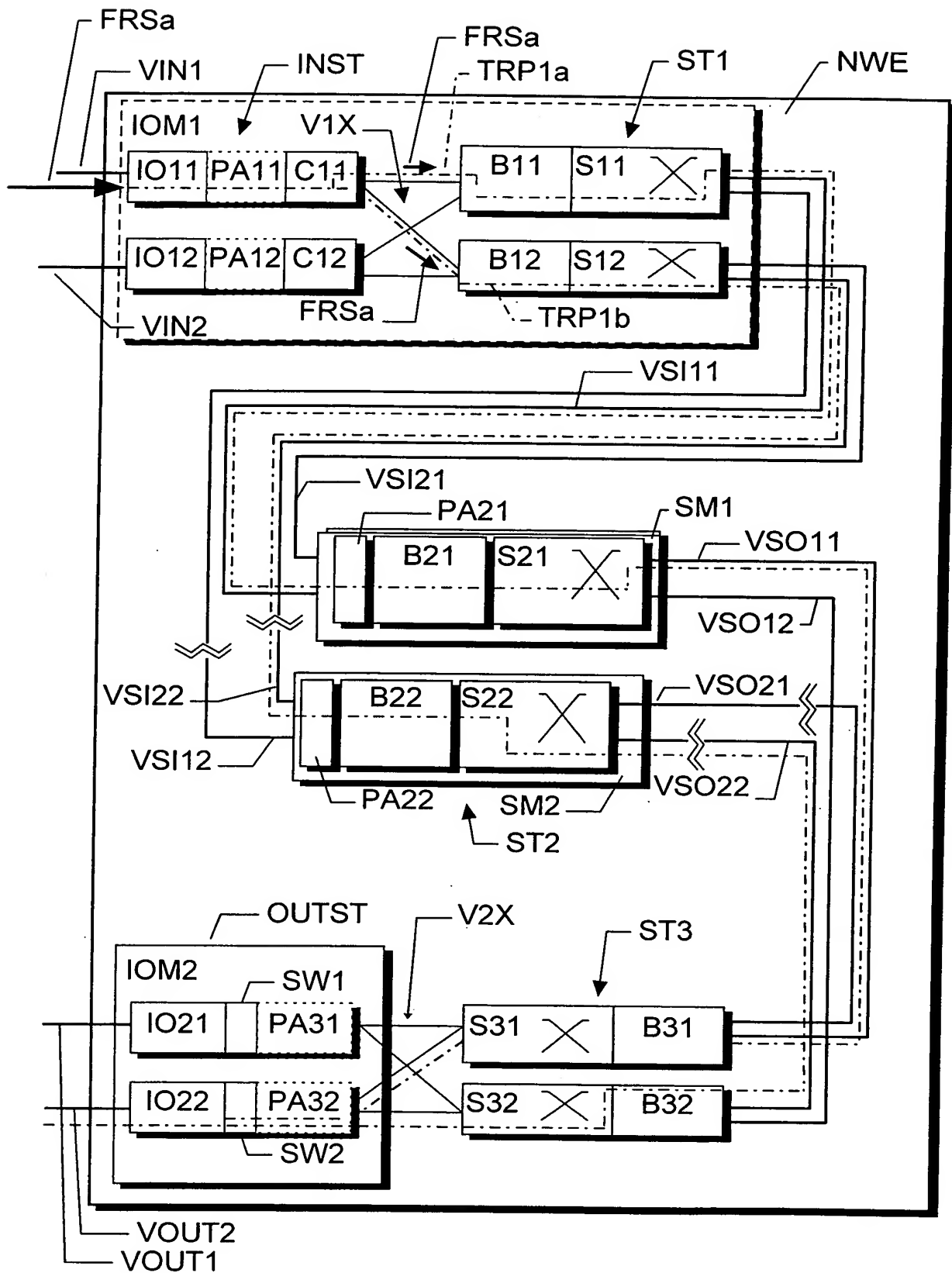


Fig. 1

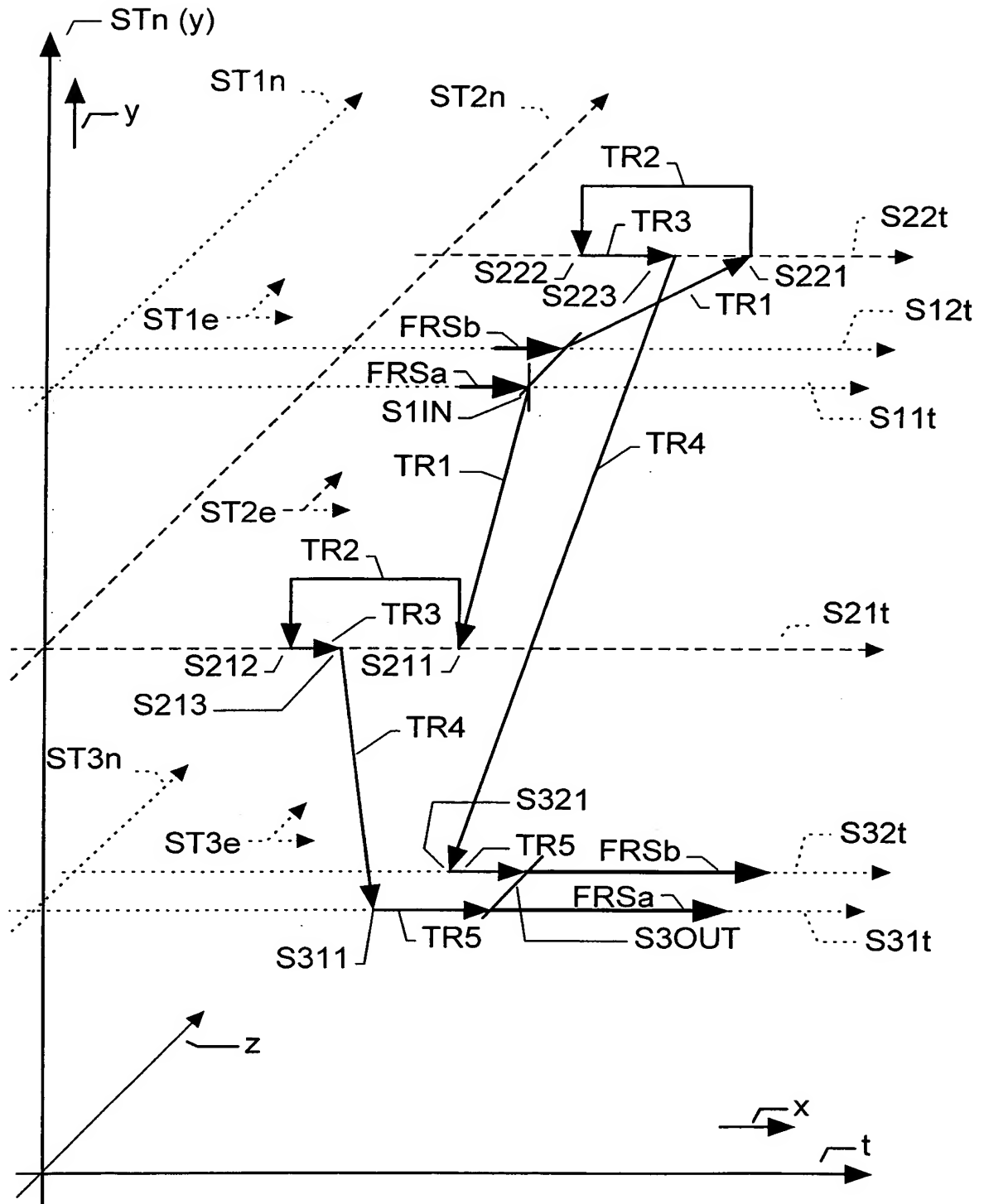
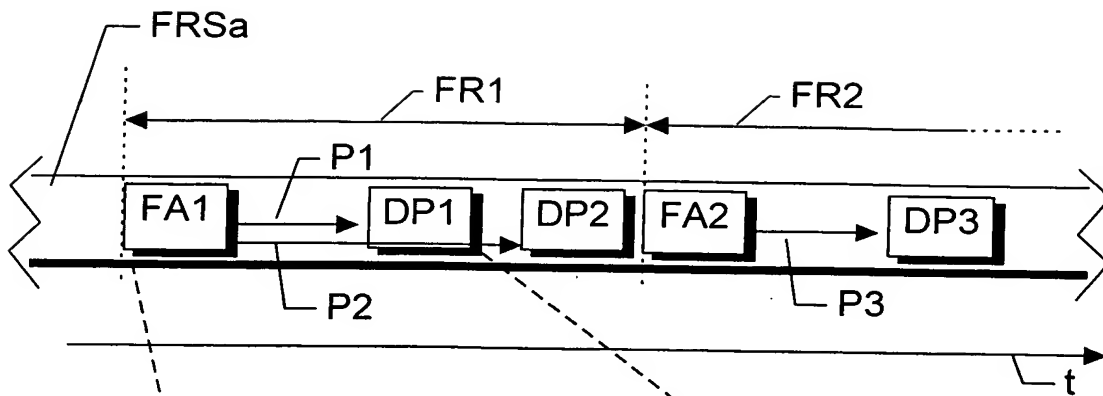
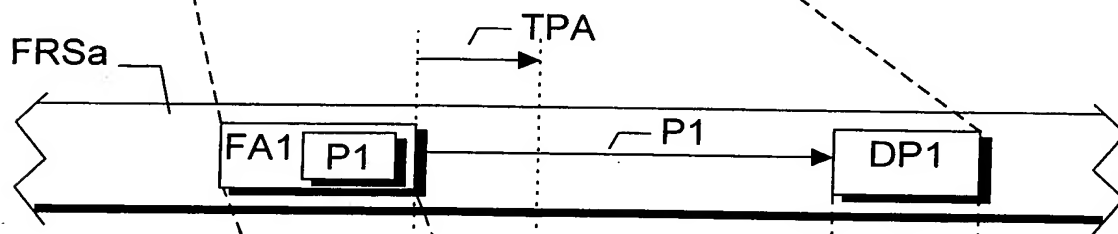
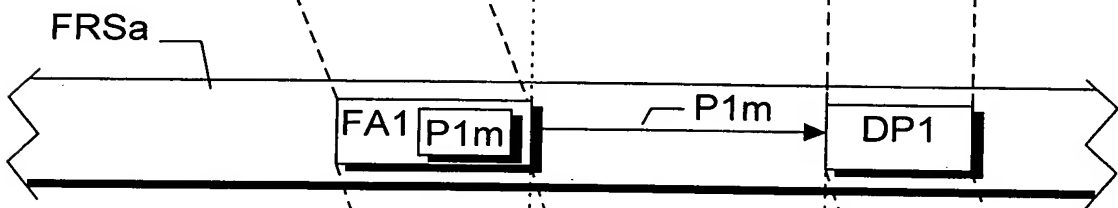
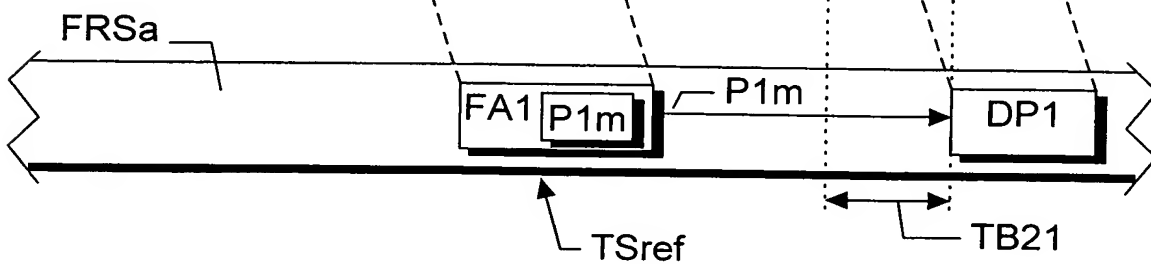
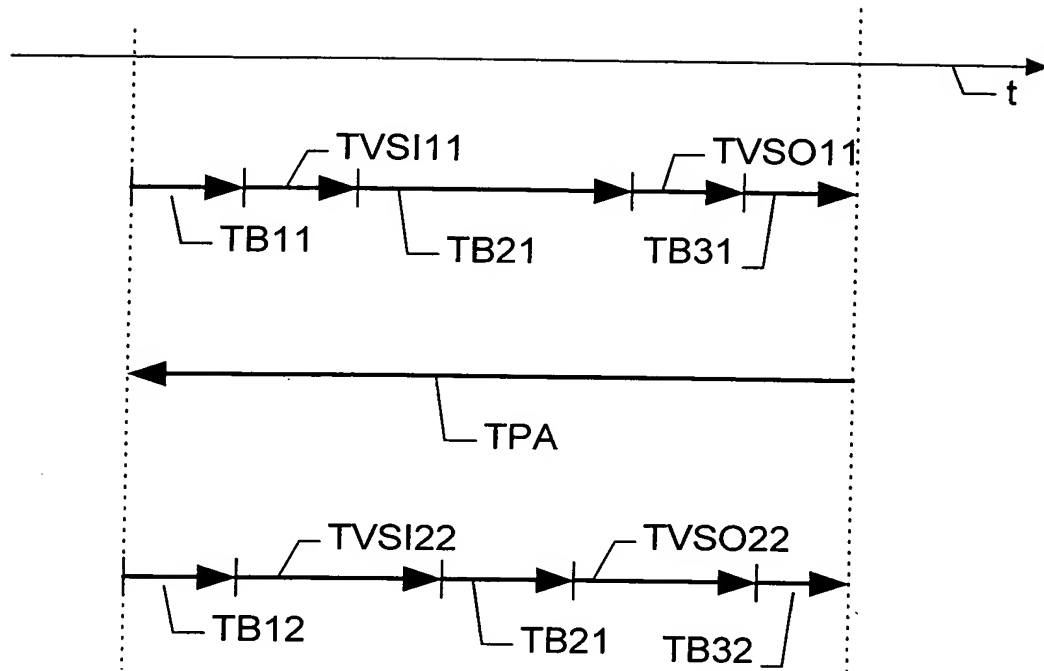


Fig. 2

**Fig. 3****Fig. 4a****Fig. 4b****Fig. 4c**

**Fig. 5**